

Bull. Mukogawa Women's Univ. Nat. Sci., **49**, 7-13(2001)

武庫川女子大紀要(自然科学)

ジャイロトニックメソッドにおける三次元的解析の事例研究

北島 見江, 保井 俊英, 黛 誠, 目連 淳司
(武庫川女子大学文学部健康・スポーツ科学科)

A Case Study of Three-dimensional analysis on Gyrotonic Method

Mie Kitajima, Toshihide Yasui, Makoto Mayuzumi, Jyunji Meren

*Department of Health and Sports Sciences, School of Letters
Mukogawa Women's University, Nishinomiya 663-8558, Japan*

Abstract

This research is the one that Juliu Horvath invented and developed in 1982.

The purpose is rehabilitation and performance improvement for the dancers.

We wanted to learn this method and whether it was effective. Therefore, we did some experiments in 1997-1998.

The result, Weight, Fat(%), Fat(kg), Form and body composition have decreased. Moreover, the leg is raised and the ability, which is kept and done, has improved with forward and side. Ability on a joint movable region and the leg have also improved.

At this time, we did the operation analysis of three dimensions of this method.

The subject is a female as a sample.

Result :

1. ARCH / CURL and TWIST & PULL exercise of the upper half of the body could be executed operated the one's dominant arm large and smoothly. However, the operation of the student's non-dominant arm had blurring compared with the student's dominant arm.
2. ABDOMINAL exercise also had a right and left difference of the door pull and the student's non-dominant arm had blurring compared with the student's dominant arm.
3. As for SCISSOR and FULLCIRCLE exercise of lower limbs, the expansion degree of movement became a peak at about 50% of the maximum load muscular power.

And, it is thought that the maintenance of the operation that aims of the load of 80% or more is difficult concerning these exercises.

目 的

ダンサーやスポーツ競技選手,あるいは一般人のリハビリテーションを目的とした Gyrotonics Method は,基礎科学的な検証例が少なく, '97, '98 にその効果について北島¹⁾²⁾³⁾⁴⁾⁵⁾らが先に実証し

報告した。その際,この Method がバーベルプレートを用いた多関節に関連するストレッチ・ストレングスの過負荷トレーニングであることから,トレーニングを施す際,実施者ひとりひとりの負荷のかけ方や負荷量の曖昧さが問題視されていた。

本研究者はこの Gyrotonics Method が今後の日

本における高齢・低体力者のリハビリテーションとして活用できる安全性の高いトレーニングにしているための一連の基礎研究と考えているが、そのため今回は本メソッドの3次元的动作解析ならびに至適運動負荷に関する検討資料を得ることを目的とし、スポーツを専攻する健康な女子大生を対象に事例的な研究を行った。

研究方法

1. トレーニング種目—上半身は ARCH / CURL (図 1), TWIST & PULL (図 2), 体幹部は ABDOMINAL (図 3), 下肢部は SCISSOR (図 4) と FULLSIRCLE (図 5) の合計 5 種目である。



Fig. 1. ARCH / CURL

2. 被験者—健康な女子学生(健康・スポーツを専攻する学生)。身体的特徴は身長 156.8cm, 体重 49.1kg, 年齢は 21 歳である。

被験者には、あらかじめ頭頂点、胸骨上縁ならびに左右の肩(肩峰)、肘(外側顆)、手首(尺骨茎状突起)、手先(中指先端)、大転子、膝(外側顆)、足首(外果)、つま先(足指先端)、踵(踵骨)合計 20 点にマーカーを装着した。

3. 負荷設定基準—Pully Tower Unit のバーベルプレート取り付け部にバーベルをセットし、Tower

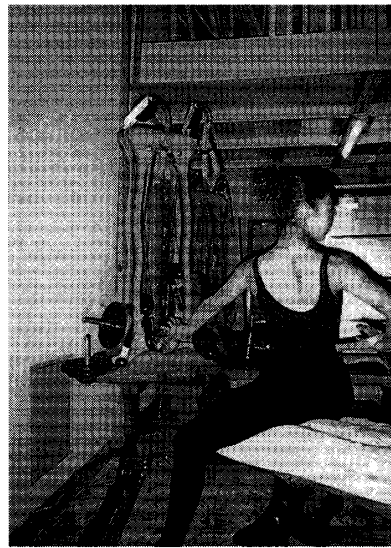


Fig. 2. TWIST / PULL



Fig. 3. ABDOMINAL

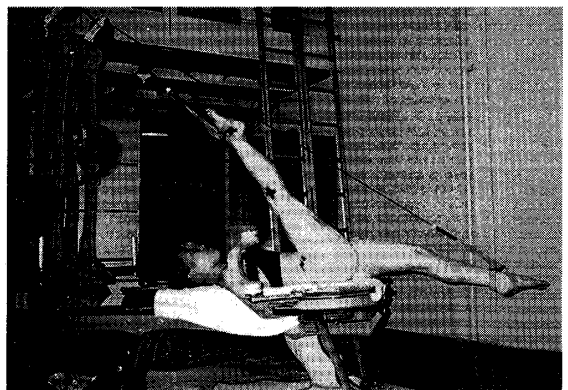


Fig. 4. SCISSOR

に向かって椅子を跨いだ状態で座位姿勢をとり、上肢・体幹部トレーニングの場合は、滑車を介しロープでつながっている吊り帯を両腕同時に 1 度だけ引っ張ることが可能な値を最大筋力(1RM - 反復最大量)とした。また下肢部トレーニング

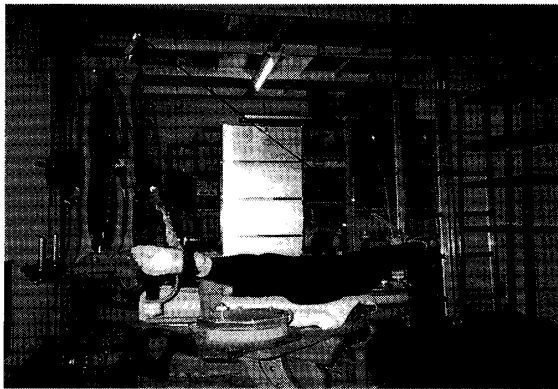


Fig. 5. FULLCIRCLE

は、頭頂部を Tower 側に位置し、椅子上に仰臥の姿勢をとり、両足を体幹に対して 90 度に挙上した状態で負荷をかけていった。その際、臀部が椅子より離れない状態での負荷最大値を 1RM とした。

4. 撮影—Combination Unit を光軸角度約 60 度にそれぞれ 2 台設置し、DKH 社製ビデオカメラにより 60 コマ/秒の速度で上記 5 種目のトレーニングをそれぞれ 5~10 回実施させ撮影(図 6)した。

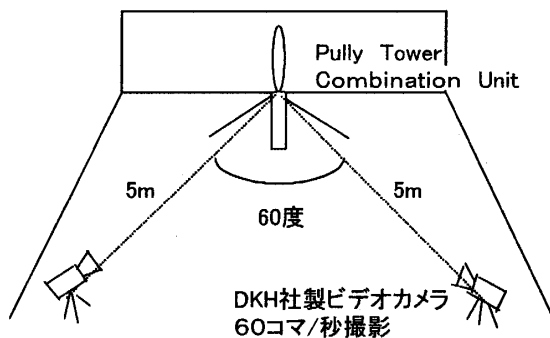


Fig. 6. 撮影方法

2 台のビデオカメラからの映像信号は、同期のためのビデオカウンターを経由させ、収録用 VTR にそれぞれ映像データとして録画した。

5. 解析—録画した映像データは、ビデオ解析システム DKH 社製 Frame-DIAS II を用いて、DLT 法によりあらかじめ装着した 20 点のマーカと椅子の端 4 点をデジタイズし、松井の身体モデルを用いて 3 次元の動作解析を行った。その際の負荷は上肢・体幹部は予備実験時に運動軌跡が比較的スムーズであった負荷、つまり 1RM の 40% で実施した。また、至適負荷量を検討する運動内容は負荷計測できるもののうち比較的デジタイズが容易な脚部の 2 種目に絞り実施した。その

際の負荷量を 40%, 50%, 60%, 70%, 80% をそれぞれに設定した。身体計測点の 3 次元座標における標準誤差は、 $X = 2.304$, $Y = 0.661$, $Z = 0.713$ であった。

結果および考察

図 7 は上肢・体幹部のトレーニングである、ARCH / CURL のスティックピクチャーと軌跡である。本動作は、Handle Unit を用いて外旋運動を行うため、上肢の各部分は必然的に円運動を行うことになる。椅子に座った状態で前方のディスク部分の回転に伴い体幹の前後への動きが示されている。外旋運動の際つまりハンドルを押し出すように動くときは、上肢ならびに背部は前方への伸展運動となる。また、ハンドルを引き戻す際は、同部位の屈曲運動を実施しながらもとの位置にもどされるが、この場合、手、ならびに肘関節の運動は、ディスク部分に伴う動きであるため、双方とも連動した形での円運動が行なわれていると考えられる。

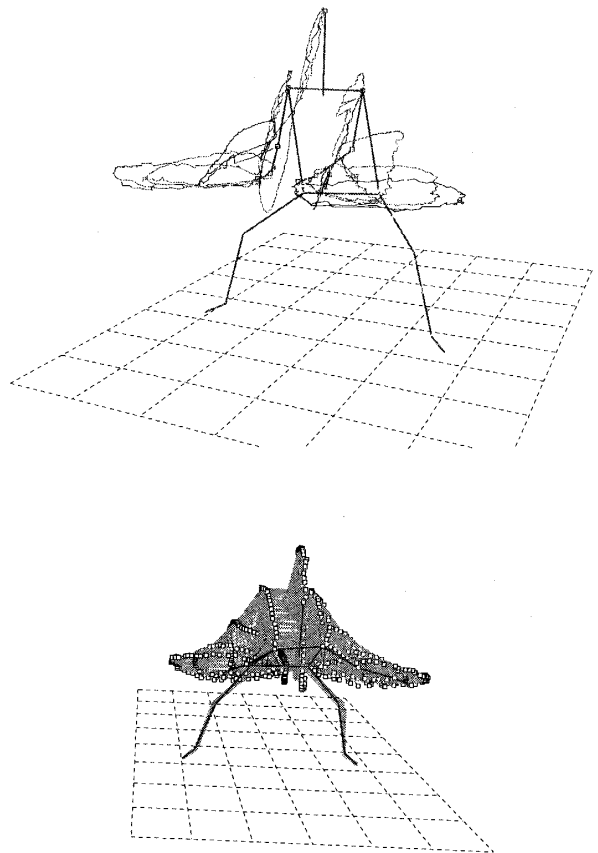


Fig. 7. ARCH / CURL のスティックピクチャーと軌跡

図 8 は、ARCH / CURL 時における左右の肩、肘、手首、手先について、それぞれの動きを軌跡に

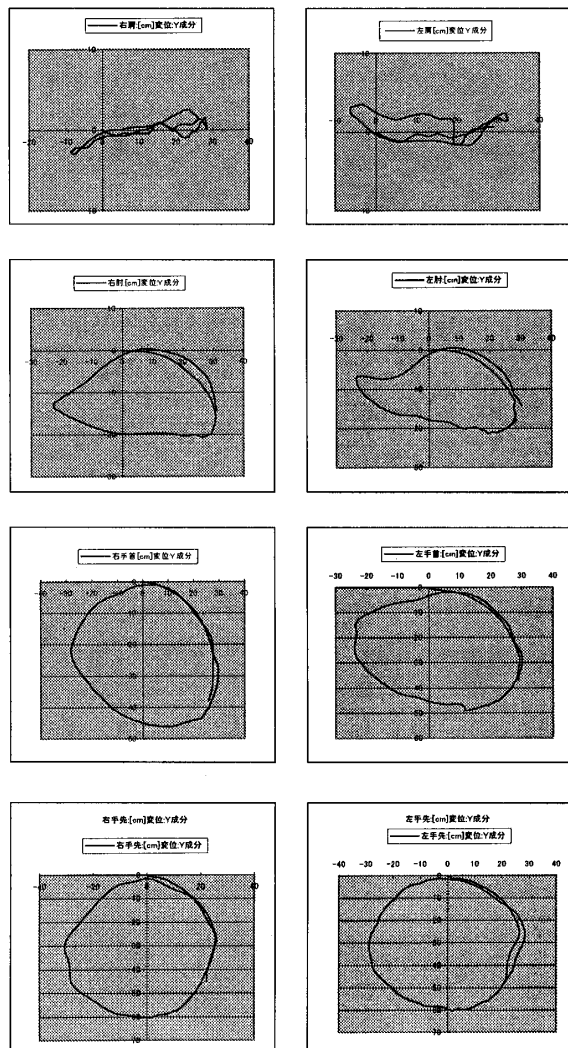


Fig. 8. ARCH / CURL の上腕各部位の軌跡

よって表したものである。スタート位置を、原点(0, 0)として描いた軌跡は、肩についてはX軸方向へ比較的直線的に、すなわち、上半身の前後の動きが中心に行なわれている。肘においてはハンドルを前方へ押し出す際、肩と同様X軸方向への直線的な押し出しがみられるが、後半は屈曲しながら引き戻すため弧を描いている。右肘の方が左肘よりスムーズな弧を描いている結果となった。左右の手首、手先の各部分はハンドルを握っているため、ほぼ同様の円弧を描いている。Y軸への方向すなわち上肢各部位の横への歪みについては、左腕が右腕に比べ手首、肘において比較的小さく、肩は大きい傾向を示した。つまり本被験者は、右腕の肩の歪みは小さく上肢の各部分の回旋軌跡が比較的円滑に施されているが、左は肩の前後運動に左右方向への動きを伴う際、肩に連動して動くべき肘の軌跡が前方へ押しだ

した外旋運動の後半つまりハンドルの引き戻し時の運動が円滑に行われず、それが軌跡の歪になったものと思われる。

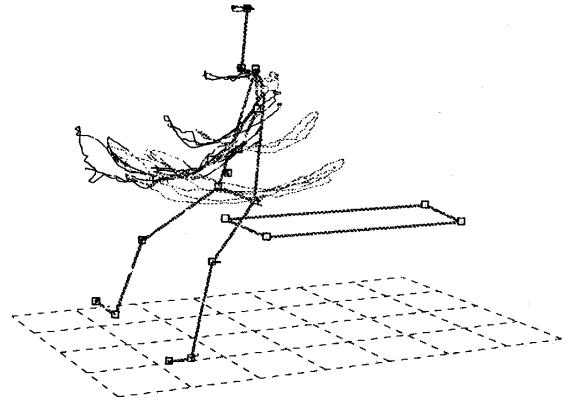


Fig. 9. TWIST & PULL の軌跡

TWIST & PULL は、躯幹を軸に、上半身の内・外旋を利用し、上肢で吊り帯を引く動作である。牽引時には後背部の捻転および上腕背部の引きによる筋力と胸部・肩前部・上腕前部の伸展が関与してくると思われる。図9は、そのTWIST & PULL時の軌跡であり、躯幹を軸に上半身の内・外旋に伴って手先、手首、肘の円運動が表されているのが判明する。また頭部にも体幹軸に対してのわずかな歪がみられる。

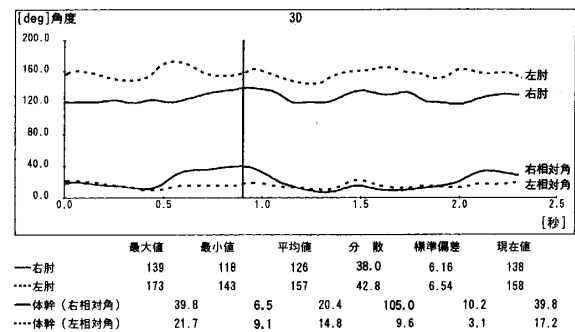


Fig. 10. TWIST & PULL の身体角度

図10はTWIST & PULL時の経過時間における肘の角度変化と上半身内・外旋時の体幹相対角について表したものである。右肘角度の最小値が 118° に対し、左肘角度は 143° を示した。つまりこれらは最も後方へ牽引した時の角度であるが、左肘の後方への引きは右肘に比べ浅く前腕部の牽引力が右に比べ弱いいためか左肘を中点とした上腕、前腕を結ぶ角度が広がってしまったと考えられる。

また体の内・外旋つまり捻転の大きさを表す相対角は、右捻り時が最大 39.8° 左捻り時の最大 21.7°

である。右方向への外旋角度が左に比べ大きく捻られていると考えられる。運動中における正中線より右半身部分、つまり右肘の角度変化と右の内・外旋の変化傾向(図中の実線)が類似している。これは、右への身体の捻りと肘の屈曲がほぼ同時に行われていると考えられるが、左肘ならびに左方向への体幹の内・外旋(図中の破線)はこのことがみられなかった。左方向へのねじりの際、吊り帯を引っ張る腕の角度が保持できず拡大し、体幹の外旋時の最大相対角も右に比べ小さい状態であった。上腕の屈曲時に関連する利き腕と非利き腕の筋力の差が表れているのではないかと推察される。

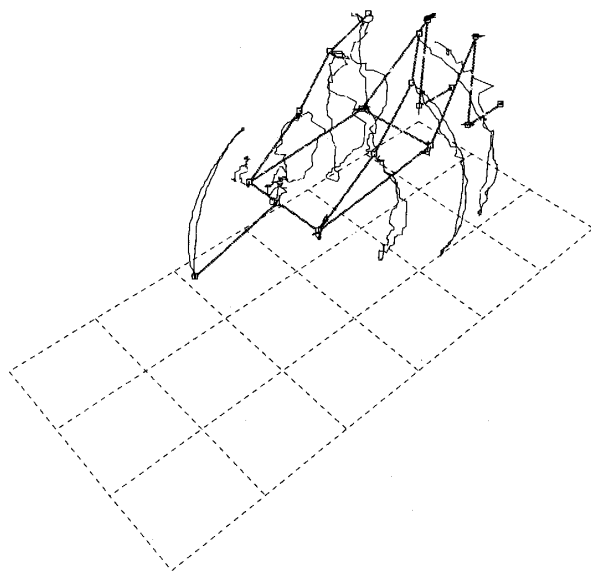


Fig. 11. ABDOMINAL の軌跡

図 11 は、ABDOMINAL について、各部位の軌跡を表したものである。

両手同時に肘を屈曲した状態で後下方へ吊り帯を牽引しながら息を吐き腹筋運動を行う。吊り帯の牽引時には右腕側の肩峰を中心とした、肘手首、手先の円運動が見られたが、左側のそれぞれの部位においては、その軌跡の歪みが大きかった。左右の引きに違いがみられるのは、TWIST & PULL と同様、後方への引きに関する上腕、前腕の左右の筋力差と考えられる。

図 12、は SSCISSOR 動作時のスティックピクチャーである。

SSCISSOR は、Pully Tower Unit を用いて、上部から伸ばされたロープを足に取り付け、椅子上に仰臥の状態で行う前後開脚を行うトレーニングである。これは、股関節を中心とした下肢の伸展屈曲運動で

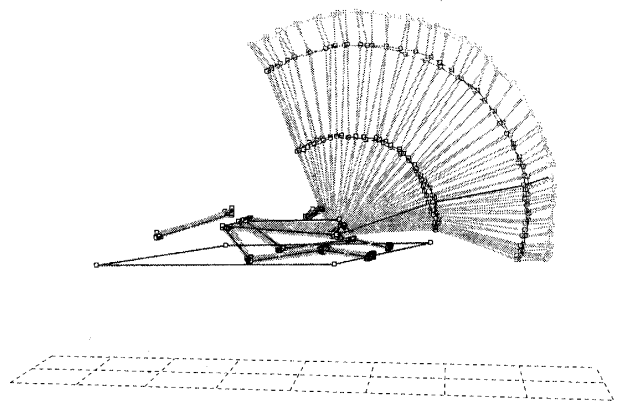


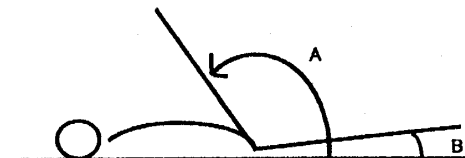
Fig. 12. SCISSOR のスティックピクチャー

ある。図 12 は、負荷が 1RM の 40% 時の右脚を示しているが大転子を中心に円運動を行っていることがわかる。

次に、引っ張る負荷を最大筋力の 40%、50%、60%、70%、80% と設定し、それぞれの運動について分析を行った。表-1 は負荷別の膝伸展位屈曲から膝伸展位伸展までの最大開脚角度の変化である。

Table 1. 負荷別開脚角度(°) - SCISSOR

| 開脚角 \ 負荷 | 40% | 50% | 60% | 70% | 80% |
|------------|-------|-------|------|------|------|
| MAX(A 度) | 104.0 | 108.0 | 98.1 | 91.4 | 84.8 |
| MIN(B 度) | 3.41 | 2.53 | 3.97 | 3.55 | 2.86 |
| 開脚角(A-B 度) | 100.6 | 105.5 | 94.1 | 87.9 | 81.9 |



40% から 80% までの負荷が増加するにつれ、開脚角度(A-B)は、100.6、105.5、94.1、87.9、81.9 度と変化を示した。50% の負荷をピークに減少傾向が示されている。平面からの角度の最小値(B)が、負荷にかかわらず 2.53~3.97 度であることは、いずれの負荷時も水平軸に近いところまで伸脚状態で振り下ろされていると考えられる。60% 以上の負荷から開脚角度が減少するのは、膝伸展位屈曲時に関係する大殿筋、半腱様筋などの筋が安全な開脚を維持させようと防御的に狭くしていくと考えられる。これは、左右の脚を交互に伸展屈曲させる際、伸展側に強く力が働き、その相反する屈曲側が負荷に耐えられる範囲での開脚運動を行ったとして捉えられるのではないと思われる。

Table 2. 負荷別 2 点間距離 (cm) - SCISSOR

| 距離 \ 負荷 | 40% | 50% | 60% | 70% | 80% |
|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 右足首-頭頂(MAX)-A | 148.0 | 148.0 | 149.0 | 148.0 | 148.0 |
| 右足首-頭頂(MIN)-B | 80.4 | 79.2 | 93.9 | 96.2 | 102.0 |
| 右膝-左膝(MAX)-C | 66.9 | 64.5 | 64.8 | 61.7 | 57.0 |

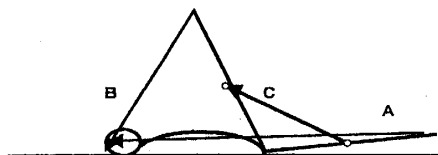


表-2 は負荷別の右足首-頭頂間の 2 点間距離である。膝伸展位伸展時の最大伸展(A)は、負荷の大きさにかかわらずおよそ 148cm と一定であった。しかし、膝伸展位屈曲の最大屈曲時(B)はそれぞれ 40% から順に、80.4, 79.2, 93.9, 96.2, 102.0cm であった。負荷が 50% の時の 2 点間距離が最も縮小していたが 60% 以上になると徐々に拡大傾向を示した。これらのことから、50% 以上の負荷は、増加することによって、最大の開脚状態を維持することが難しくなってくる。このトレーニング時の股関節の伸展は、50% 前後の負荷量がキーポイントになってくると思われる。

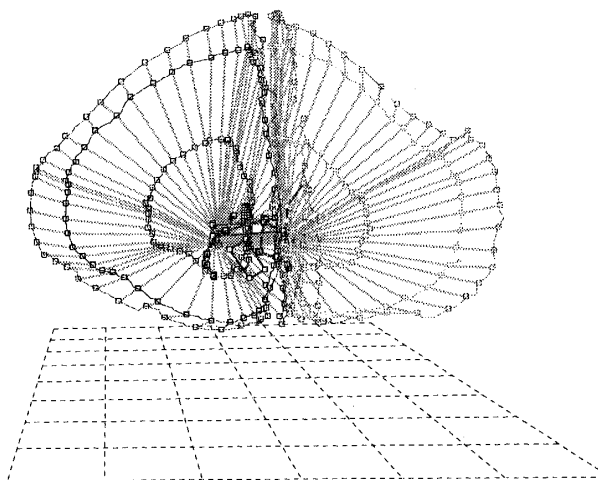
**Fig. 13.** FULLCIRCLE のスティックピクチャー

図 13 は、FULLCIRCLE 動作のスティックピクチャーである。

FULLCIRCLE も SCISSOR のように、Pully Tower Unit を用いて、上部から伸ばされたロープを足に取り付け、椅子上に仰臥の姿勢を保ったまま脚の外旋運動を行う。足先、足首、膝の円運動は左右脚とも、ほぼ同じ様な動きをしているのが判明する。また、伸展された脚は、ほとんど維持された状態で、股関節を中心とした円運動であった。

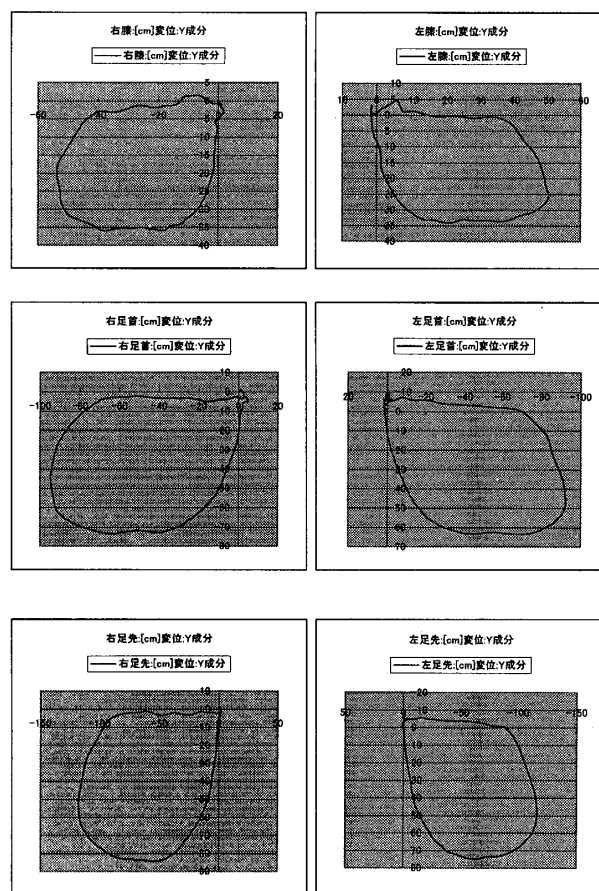
**Fig. 14.** FULLCIRCLE の下肢各部分の軌跡(外旋)

図 14 は、40% 負荷時の足先、足首、膝の運動軌跡を表したものである。ほぼ左右対称のような軌跡を描いており、左右脚の動きの差はあまりみられなかった。

Table 3. 負荷別 2 点間距離 (cm) - FULLCIRCLE

| 距離 \ 負荷 | 40% | 50% | 60% | 70% | 80% |
|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 右足首-頭頂(MAX)-A | 145.0 | 144.0 | 141.1 | 141.6 | 129.5 |
| 右足首-頭頂(MIN)-B | 5.0 | 3.6 | 4.2 | 6.7 | 6.6 |
| A-B / 2 | 70.0 | 70.2 | 68.5 | 67.5 | 61.5 |

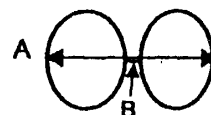


表-3 は負荷別における左右足首間の 2 点間距離の変化である。表中の最大とは左右の足首間が一番離れたとき、すなわち円弧状の外側に大きく位置したときの距離(A)であり、40% から順に負荷が大きくなるにつれ 145.0, 144.0, 141.1, 141.6, 129.5cm と変化した。最小とは、左右の足首間が一

番接近したときの距離(B)であるが、これも40%から順に負荷が大きくなるにつれて、5.0, 3.6, 4.2, 6.7, 6.6cmと変化した。このことから、片足が描く円周弧の直径は70.0, 70.2, 68.45, 67.45, 61.45cmと考えられるがSCISSORと同様に50%の負荷がキーポイントと考えられる。特に、最大値が急激に減少した80%時の負荷は、ハムストリングの伸展や筋力強化を妨げる恐れのある負荷といえる。

まとめ

Gyrotonics Method の3次元による動作解析ならびにトレーニング時の至適運動負荷量の基礎資料を得るための事例的研究を実施した。結果、

- (1) 上半身トレーニングのARCH / CURL や TWIST & PULL については各々の動きに伴う上肢の円運動が主な特徴で、利き腕側の動きは、大きくスムーズに行えていたが、非利き腕側の歪がみられた。
- (2) 体幹腹部トレーニングのABDOMINAL については、引き手の左右差がみられ、非利き腕の歪がみられた。
- (3) 下肢部トレーニングのSCISSOR および FULLCIRCLE については、外旋時の可動域が最も拡大したのは、最大筋力の50%付近でピークとなり、それ以上の負荷は動作時の可動域を狭める結果となった。

以上、各トレーニングにおいての身体各部位の使い方は比較的正しい実施が遂行されていると推察されるが上肢、体幹部では同一負荷量でも利き腕非利き腕における左右差がみられた。また、下肢部では、可動範囲を最大に遂行できる至適負荷量については、最大筋力のおおよそ50%であった。

今回は成人女子を対象に実験を実施したが、今後高齢・低体力者のための多用途トレーニング機開発にむけ、さらに量的なデーターを加えこれらの問題について研究を進めていきたい。

文 献

- 1) 北島見江, 黛誠, 森田玲子, 山崎悦子, ダンサーにおける Gyrotonic Method の筋作業について, 舞踊学, 第21号, p.52(1998)
- 2) 北島見江, 黛誠, 目連淳司, 玉越希, ダンサーにおける Gyrotonic Method とバーレッスンの筋作業比較, 武庫川女子大学紀要(自然科学)

Vol146, p.123~p.129(1998)

- 3) 北島見江, 黛誠, 目連淳司, 玉越希, Gyrotonic Method によるダンスパフォーマンスの効果, 武庫川女子大学 文学部 50 周年記念論文集, 和泉書院, p.364~p.356(1999)
- 4) 北島見江, 黛誠, 目連淳司, 玉越希, ジャイロトニックメソッドがダンス時の筋に及ぼす向上効果について, 文部省科学研究費補助(基盤研究(c)(2))研究成果報告書, p.1~p.67(1999)
- 5) 北島見江, 保井俊英, 黛誠, 目連淳司 Three-Dimensional Analysis of Gyrotonic Method , 第1回韓日合同舞踊学会シンポジウム大会号, p.325~p.326, (2001)